

높은 마디 고강도 철근의 이음성능

Splice Length of High Relative Rib Area Reinforcing Bars

오 하 나*
Oh, Ha Na

홍 건 호**
Hong, Geon Ho

송 기 모***
Song, Ki Mo

최 동 옥****
Choi, Dong Uk

ABSTRACT

The use of higher strength materials frequently requires the change of design provisions. Following to the previous researches, high strength reinforcing bars have a weak point about the development and splice length. Based on the previous research about high relative rib area, bond strength between reinforcing bars and concrete can be improved by the control of rib height and spacing. But, the code provisions do not include these specific shape of reinforcing bars. So, the purpose of this paper is to determine the effect of relative rib area to the bond strength. This paper describes the experiment and analysis of 5 beam-spliced specimens containing D25 with relative rib areas ranging from 0.073 to 0.17. The test results are also analyzed to make a design formula about the calculation of splice length on the consideration of relative rib area.

1. 서론

최근 건축물 설계개념의 변화로 사용용력 수준이 높아지고, 시공 및 경제성의 이유로 고강도 재료의 활용이 증가되고 있으며, 과거에 비해 구조물이 받는 하중조건에 따른 건축물의 안정성과 수명에 대한 관심이 높아지고 있다.

요즘 많이 건설되고 있는 고층의 주상복합 건물 등의 사례에서 콘크리트의 품질이 저하될 정도로 과다한 배근이 적용되고 있다는 점은 이미 여러 차례 문제점으로 제기된 바 있으며, 이를 위한 해결책으로 고강도 철근(SD500)이 제시되었으나 현 설계 기준에 의하면 기존 철근(SD400)에 비해 정착길이가 25% 증가되어야 하고, 압축 이음길이의 경우 최대 42%가 증가되어야 하는 등 상세설계상의 상당한 문제점이 제기¹⁾되고 있어, 고강도철근의 부착성능 개선을 위한 높은 마디 철근의 개발이 요구되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 상대마디면적의 변화에 따른 부착성능의 개선효과를 실험적으로 연구하여 향후 고강도철근의 현장적용을 위한 기초연구를 수행하도록 하였다.

* 정회원, 호서대학교 대학원

* 정회원, 한경대학교 대학원

** 정회원, 호서대학교 건축공학과 교수

** 정회원, 한경대학교 건축공학과 교수

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험체 계획






본 연구에서의 주 실험 변수는 철근의 마디 높이와 간격에 따른 상대마디 면적(R_r)의 변화에 따른 이음성능의 개선효과이다. 실험체는 상대마디 면적이 0.1이상(0.14 ~ 0.17)인 높은 마디 철근을 사용한 4개의 시험체와, 상대마디면적이 0.073인 SD500 기성제품 철근을 사용한 기준 시험체 1개 등 총 5개의 실험체에 대한 이음실험을 계획하였다.

실험체의 크기는 단면 30cm × 40cm, 길이가 400cm인 내민 보의 형태로서, 실험체의 상세는 표 1과 같다. 본 연구에 사용된 철근의 마디 상세 사진은 표2와 같다.

표 1 실험체 개요

시험체 계열	시험체명	시험체 치수 (mm)	배근			이음길이 (mm)	이음 개수	마디높이-마디간격(mm) R_r (mm ²)
			인장 철근	압축 철근	스트립			
I	SP25B-CV	30×40×4000	2-D25	2-D13	D13@200	375(15d _b)	2	기성품 0.073
	SP25B-HR	30×40×4000	2-D25	2-D13	D13@200	375(15d _b)	2	2.5-17.0 0.15
	SP25B-MR	30×40×4000	2-D25	2-D13	D13@200	375(15d _b)	2	2.2-17.0 0.13
	SP25B-MS	30×40×4000	2-D25	2-D13	D13@200	375(15d _b)	2	2.2-13.0 0.17
	SP25B-LS	30×40×4000	2-D25	2-D13	D13@200	375(15d _b)	2	1.8-13.0 0.14
비고	HR : High Rib, MR : Middle Rib, MS : Middle Spacing, LS : Low Spacing $R_r = \frac{\text{bearing area}}{\text{shearing area}} = \frac{h_r \cdot \pi \cdot d_b}{\pi \cdot d_b \cdot c}$ $h_r : \text{마디 지압면적} \quad c : \text{리브사이의 중심간 거리}$							

표 2 실험체 이음철근 상세 사진

시험체 명	SP25B-CV	SP25B-HR	SP25B-MR	SP25B-MS	SP25B-LS
사진					

2.2 가력 및 측정방법

본 연구에서 사용된 실험 장치의 개념도는 다음 그림 1과 같다. 가력방법은 이음부위의 균열양상 및 파괴형태를 확인하기 위해 실험체를 뒤집어 상부 양단부에 하중을 가하고, 지지점은 이음구간에서

이음길이 만큼 양쪽으로 떨어진 위치에 단순지점을 배치한 내민 보 형태로 실험을 실시하였다.

하중에 따른 변위를 평가하기 위해 실험체의 중앙부와 양단부에 LVDT를 설치하여 수직 처짐을 측정하였으며, 균열이 발생한 이후 부재에 과도한 변형이 발생하면 전기식 스트레인 게이지로는 부재의 변형률을 측정할 수 없게 되므로, 극한 상황에서의 곡률을 측정하기 위해 모멘트가 일정한 지점사이의 중앙부에 표점을 설치하여 하중 단계별 길이변화를 기계식 측정장치로 계측하도록 하였다. 이음부 위 철근의 응력 및 변형률변화를 측정하기 위해 철근 게이지는 기준 시험체의 겹침이음된 철근 외측을 4등분하여 설치하였으며 겹침이음 구간 스테럽의 측면 내외측에 하나씩 설치하였다.

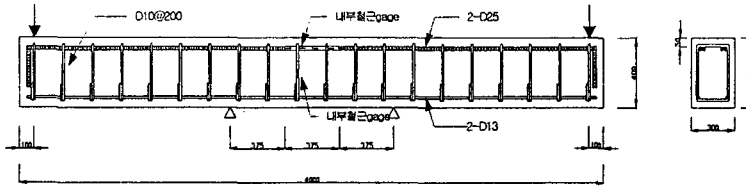


그림 1 실험체

3. 기존 연구 고찰

3.1 상대 마디 면적에 따른 정착 길이

Darwin등은 1995년 철근의 상대마디면적과 정착구간 내 횡구속 효과를 고려한 정착길이 산정을 다음과 같이 제안하였다.²⁾

$$l_d = \frac{\frac{f_y}{f_c^{1/4}} - 2130}{\frac{80.2}{d_b} ((C_m + 0.5d_b) + \frac{35.3t_r t_d A_{tr}}{sn})} \times d_b \quad (1)$$

여기서 C_m : 양 옆의 피복두께와 바닥의 피복두께 중 작은 값(in)

$$t_r = 9.6R_r + 0.28(in), \quad t_d = 0.72d_b + 0.28(in)$$

A_{tr} : 간격 s 이내에 있고 정착된 철근을 통해 예상되는 쪼개짐 평면을 가로지르는 횡방향 철근의 총 단면적(in^2)

s : l_d 이내의 횡방향 철근의 최대 중심간 거리(in)

n : 쪼개지는 평면을 따라 정착되어 있는 철근 또는 철선의 개수

본 실험에서 사용한 5개 실험체의 철근 상세를 SD400과 SD500의 강도로 가정하여 상기의 식(1)에 적용하여 정착길이를 산정하고, 국내 콘크리트 구조 설계기준에 의해 정착길이를 구하여 비교하여 보면 다음의 그림 2와 같다. 그림에서 상대마디면적이 0.1이하인 SP25B-CV 시험체를 식(1)에 적용하였을 경우, 국내기준에 의한 정착길이보다 오히려 약 17%정도 증가된 길이가 요구됨을 알 수 있으며, 상대마디 면적이 가장 큰 SP25B-MS 실험체는 철근의 강도가 SD400인 경우 국내 기준에 의한 정착길이보다 약 15%, SD500인 경우 약 8% 감소되는 효과가 있음을 알 수 있다.

이러한 결과로부터 철근의 상대마디 면적은 부착성능의 향상에 직접적으로 영향을 미치고 있음을 알 수 있으며, 기존의 설계기준에서 상대마디면적을 무시한 일률적인 정착길이의 산정식은 철근의 부

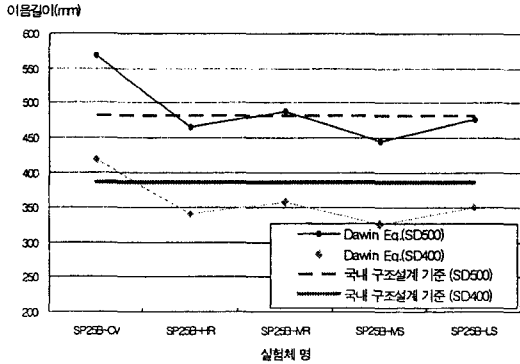


그림 2 Darwin, Tholen, Idun, Zuottr과 국내 설계기준 정착길이 비교

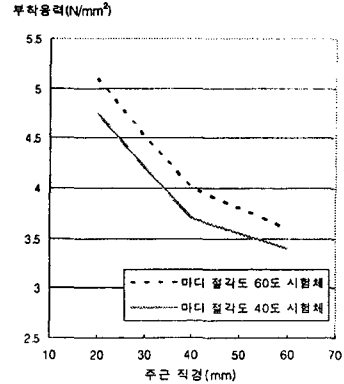


그림 3 마디절각도가 부착응력에 미치는 영향

착성능을 과소 혹은 과대평가할 수 있음을 알 수 있다.

3.2 철근 마디각도에 따른 부착강도

일본의 金山 祐士은 1999년 이음된 철근의 마디 절각도와 철근의 직경을 변수로 하여 부착성능에 대한 실험을 실시하였다. 실험결과 그림 4와 같이 마디각이 커질수록, 또한 주근직경이 감소할수록 부착성능이 향상됨을 발견하였다.³⁾ 이 연구에서도 철근의 마디 형상이 부착성능에 미치는 영향이 지대함을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구결과, 철근의 부착성능은 상대마디면적, 횡구속력 및 마디의 각도 등에 따른 영향을 받고 있음을 알 수 있으며, 따라서 고강도철근의 상대마디면적을 변화시킨 높은마디 철근의 사용은 그에 따른 적절한 부착성능의 평가와 부착설계식의 적용이 가능함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 특정기초 연구(R01-2003-000-10606-0)는 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 관계자 여러분들께 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김종수, 김대영, 은성운, 김용남(2003), "고강도 철근(SD500)의 실용화에 관한 연구" 한국콘크리트 학회, 2월, pp.86-89.
2. Darwin D.; Tholen, M; Idun, E. K; and Zuo, J.(1996), "Spliced Strength of High Relative Rib Area Reinforcing Bars," ACI Structural Journal, V.93, NO.1, Jan-Feb., pp95 - 107.
3. 金山 祐士, 市之瀨敏隆, 林捲(1999)"異形鐵筋の付着割裂強度に關する實驗的研究" 日本建築學會大會學術 便覽集 1999年 9月, pp501-502.